

# Ballando sull'onda!

Le onde gravitazionali: implicazioni scientifiche e prospettive future

*Stefano Covino*

*INAF / Osservatorio Astronomico di Brera*

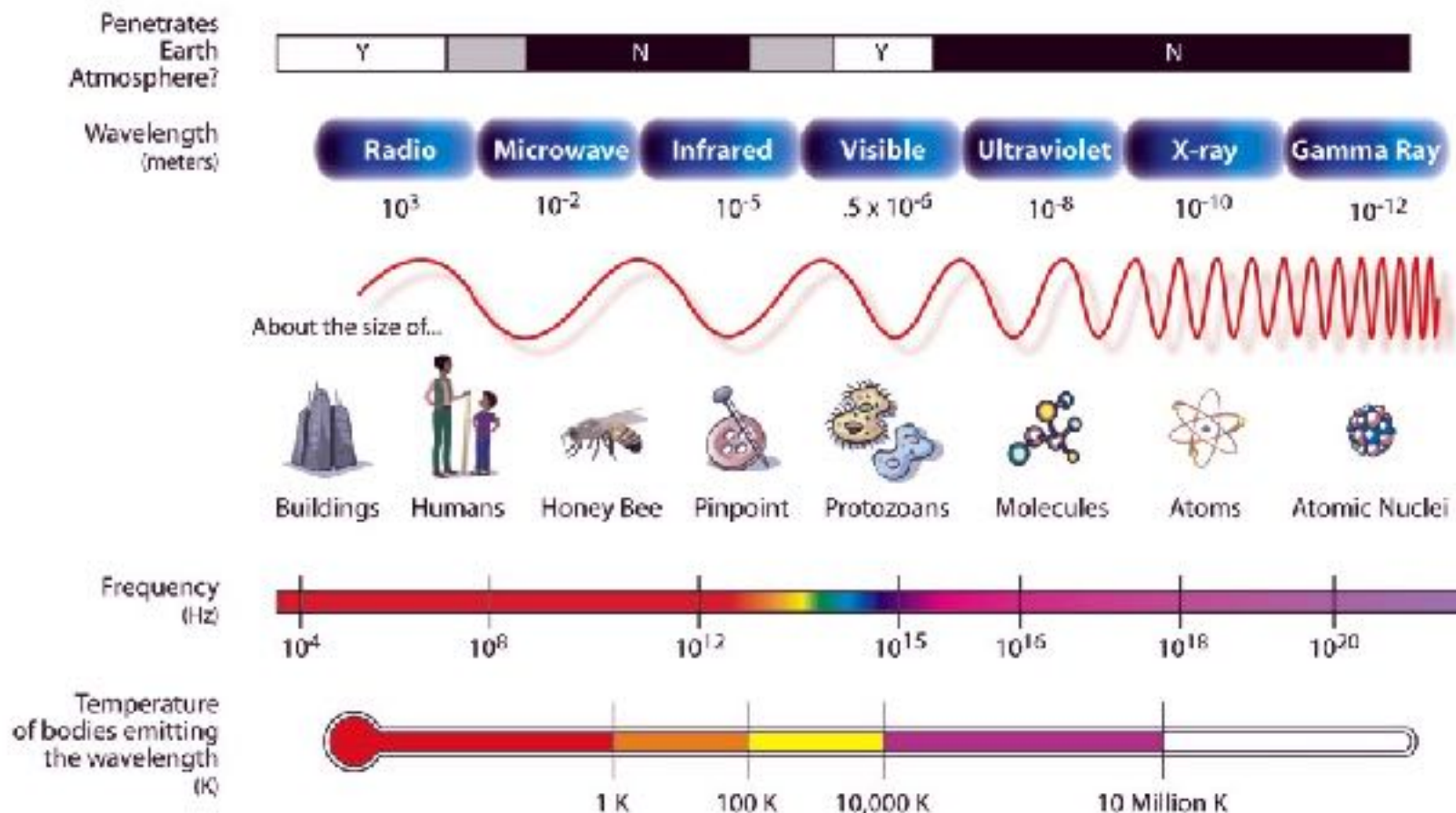
Contributi di Silvia Piranomonte (INAF/ROMA) e Paolo D'Avanzo (INAF/Brera)



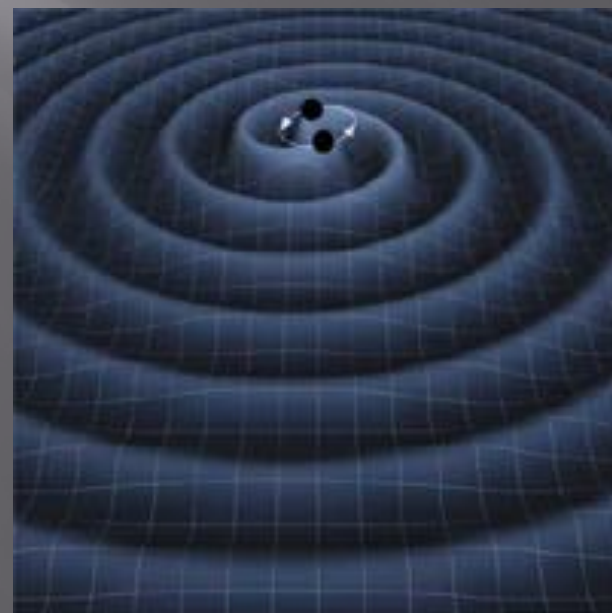
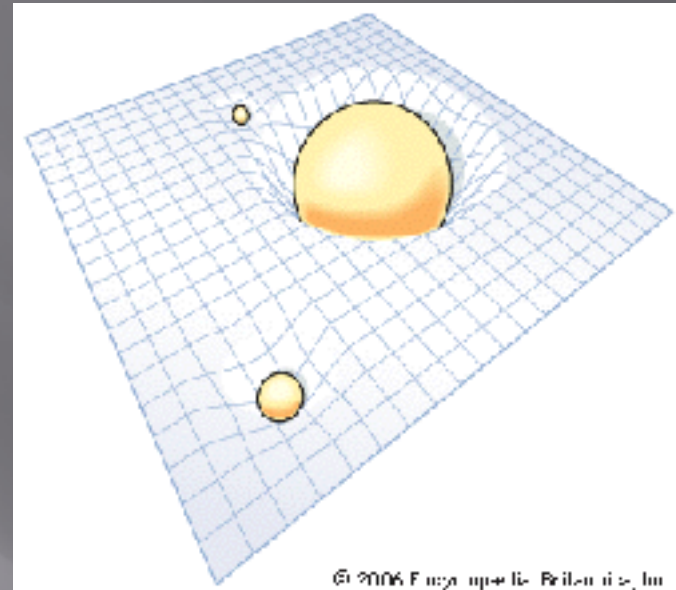
Agrate, 22 novembre 2016

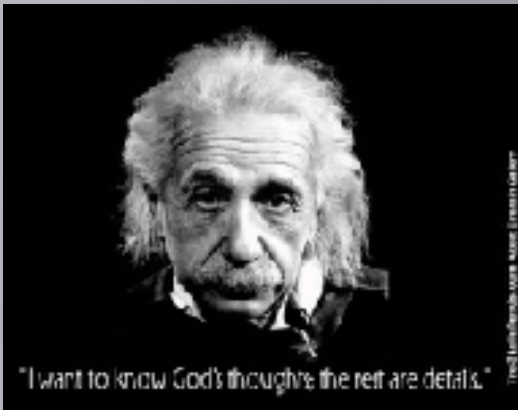
# Astronomia multi-frequenza

## THE ELECTROMAGNETIC SPECTRUM



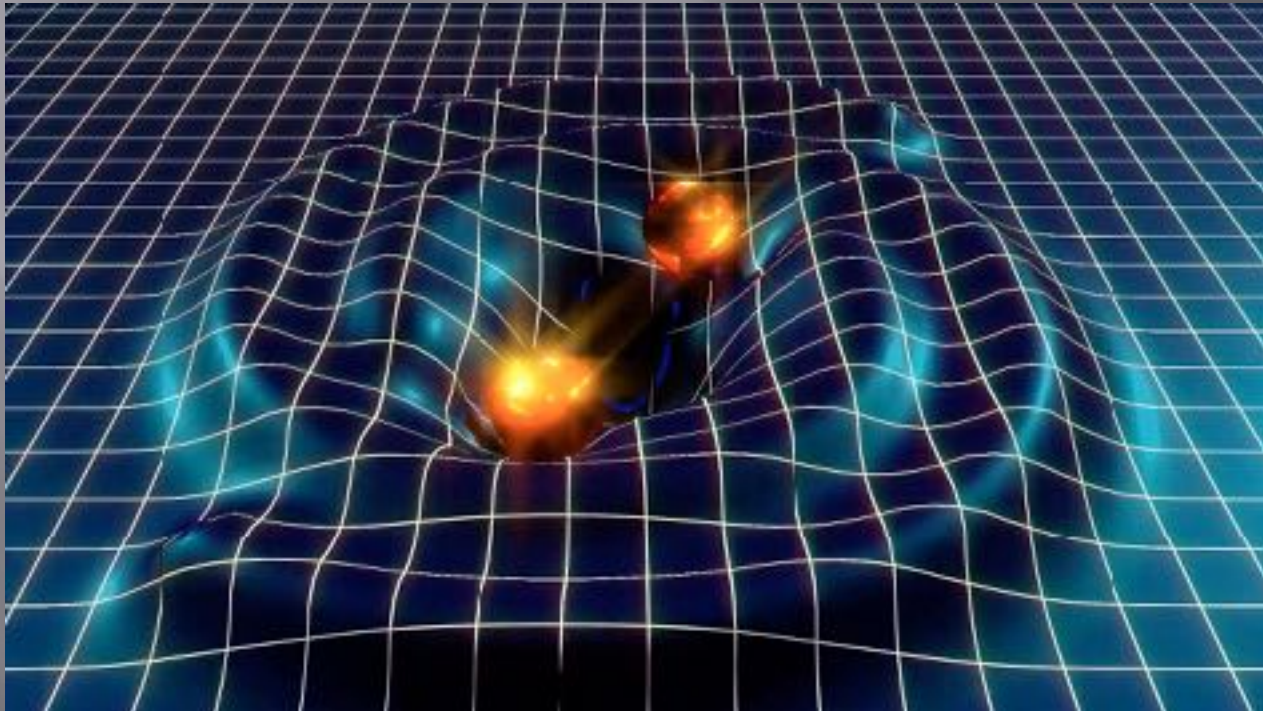
# Le onde gravitazionali

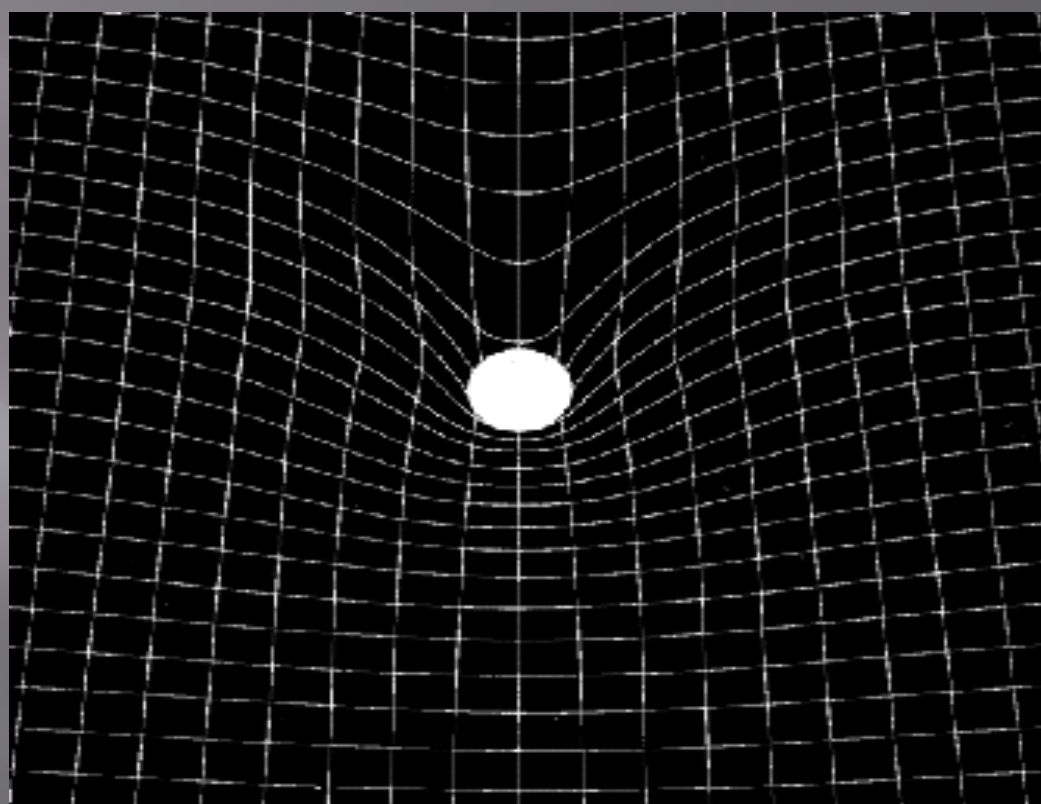
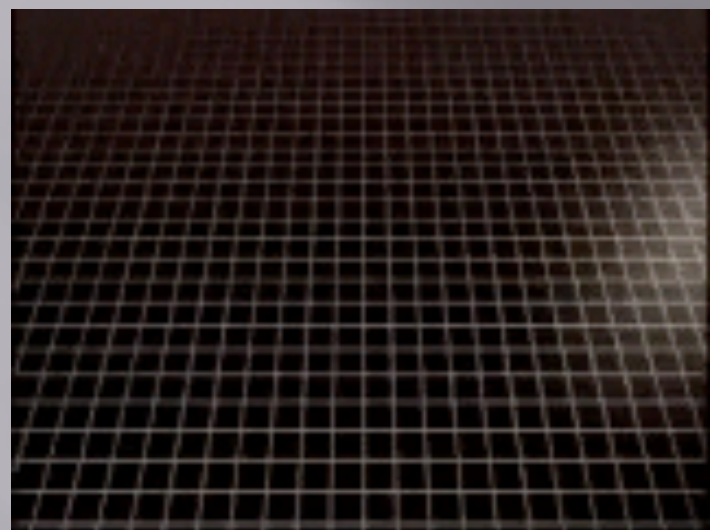




# Ma cosa è la gravità?

É una manifestazione della curvatura dello spazio-tempo!



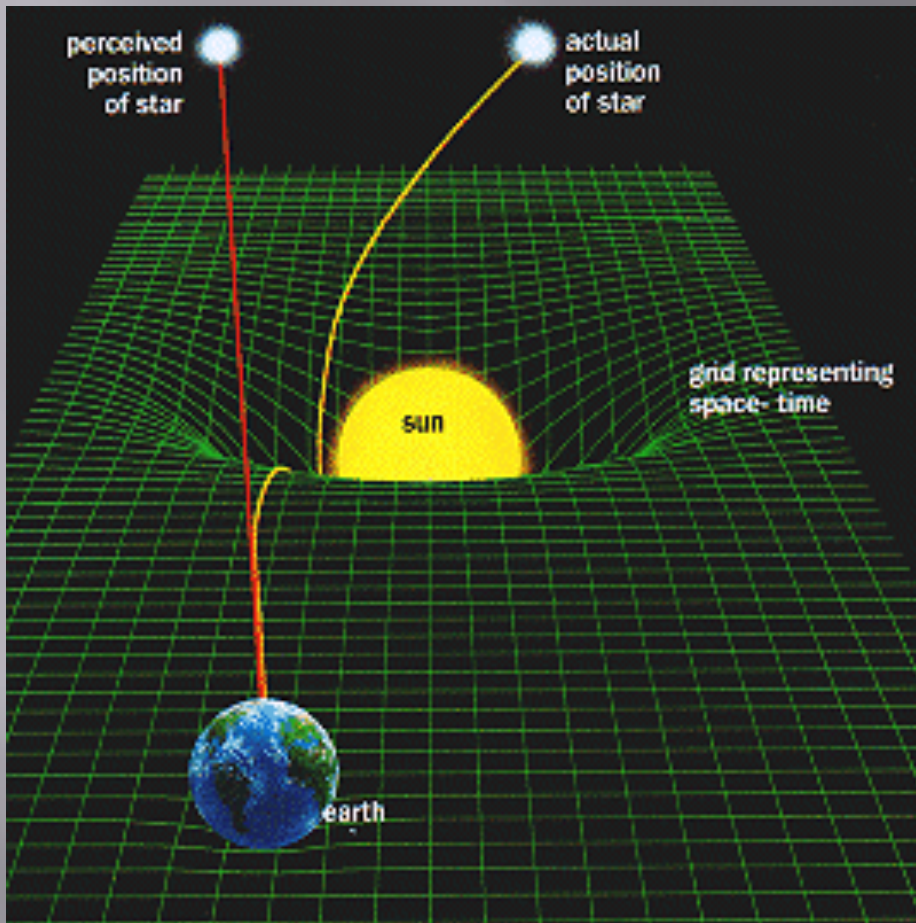


$$R_{ab} - \frac{1}{2}Rg_{ab} = \frac{8\pi G}{c^4}T_{ab}$$

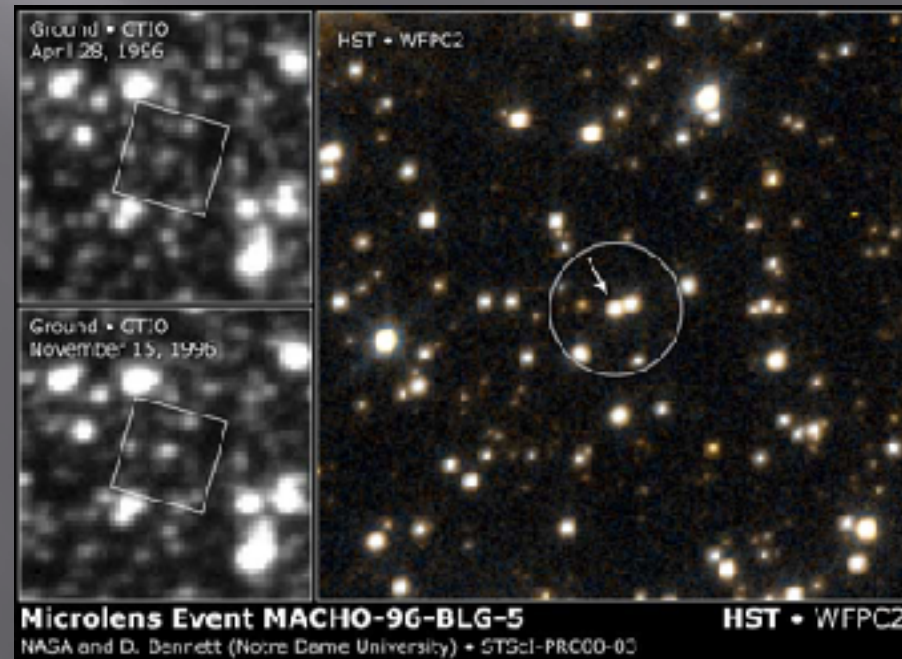
ALBERT EINSTEIN'S GENERAL THEORY OF RELATIVITY, 1916

Tutto nasce dall'osservazione di cosa accade in un ascensore...





# La deflessione della luce



# LIGHTS ALL ASKEW IN THE HEAVENS

Men of Science More or Less  
Agog Over Results of Eclipse  
Observations.

## EINSTEIN THEORY TRIUMPHS

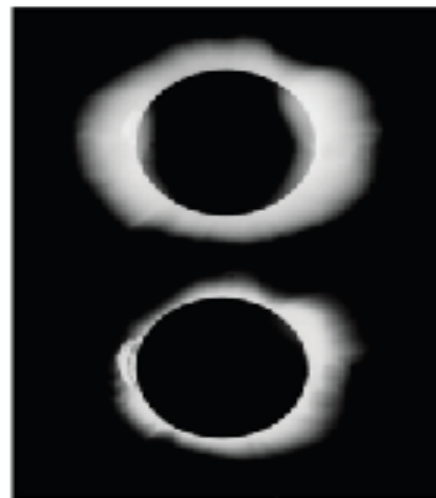
Stars Not Where They Seemed  
or Were Calculated to be,  
but Nobody Need Worry.

## A BOOK FOR 12 WISE MEN

No More in All the World Could  
Comprehend It, Said Einstein When  
His Daring Publishers Accepted It.



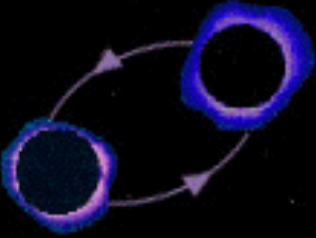
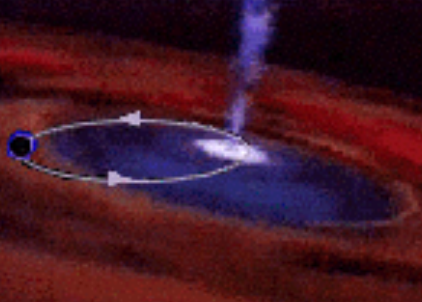
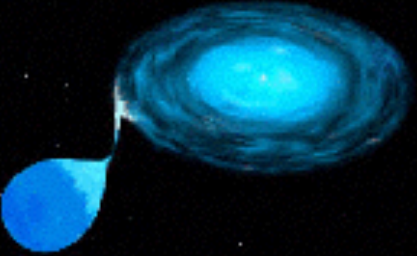
Eddington

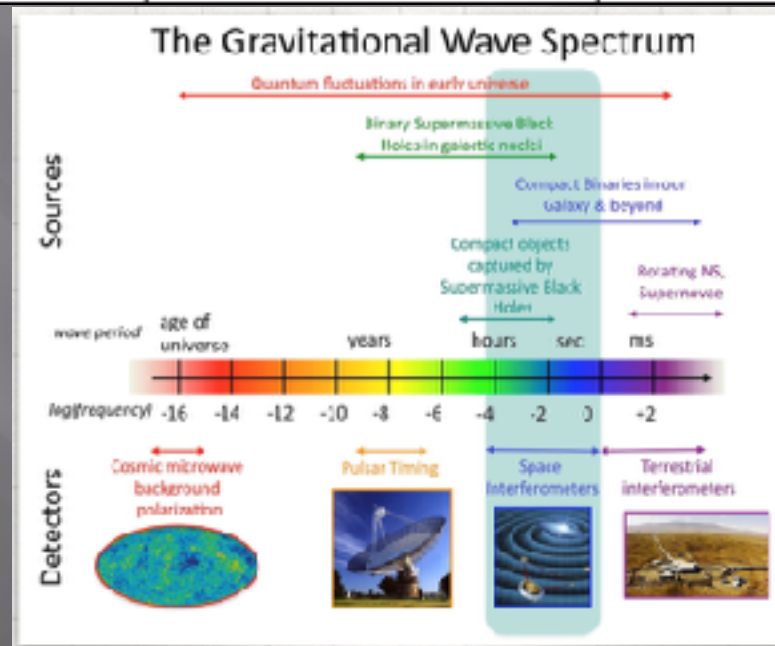


La spedizione di  
Eddington del 1919



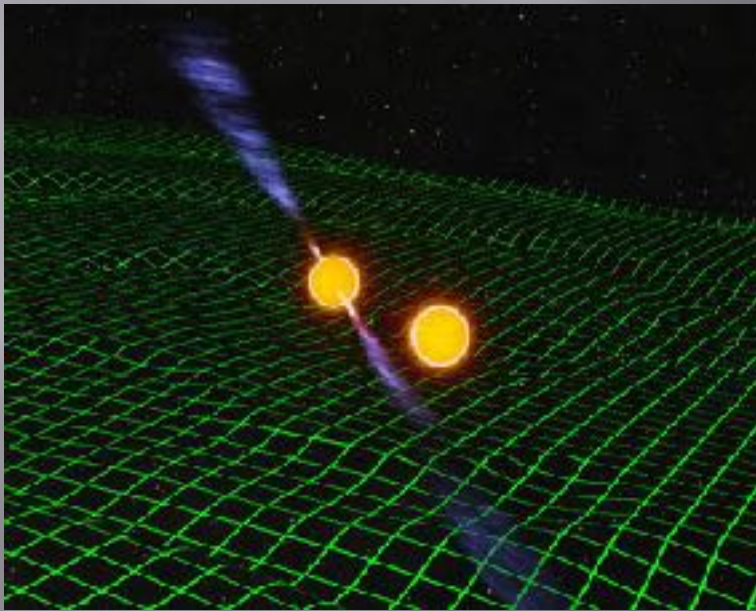
# Sorgenti di onde gravitazionali

		
<p>Coalescence of massive black holes during collisions between galaxies, perhaps in formation of massive black holes, probing the central engines powering quasars.</p>	<p>Black holes orbiting massive black holes, providing precision tests of gravitational theory in the high-field limit.</p>	<p>Hundreds of galactic binary star systems, many containing neutron stars or black holes, including several known binary systems.</p>



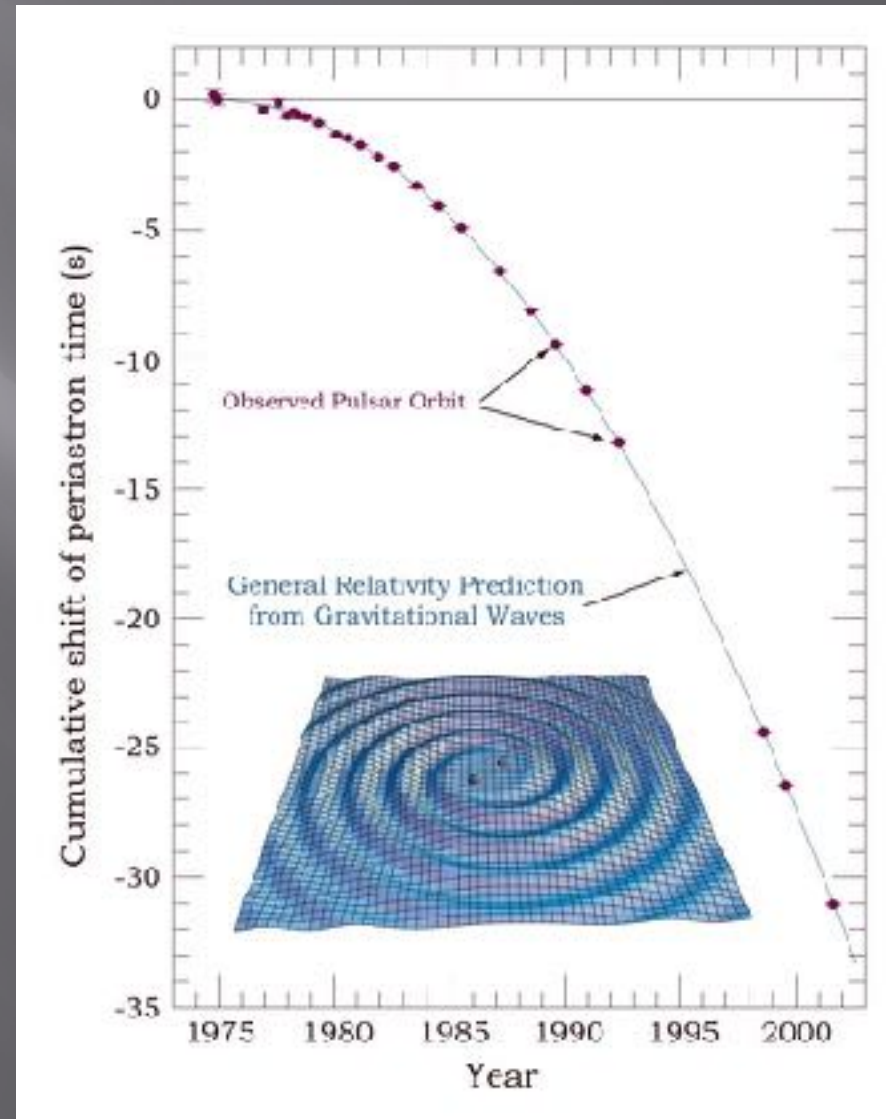
# Test di relatività generale

Hulse-Taylor binary pulsar  
PSR 1913+16




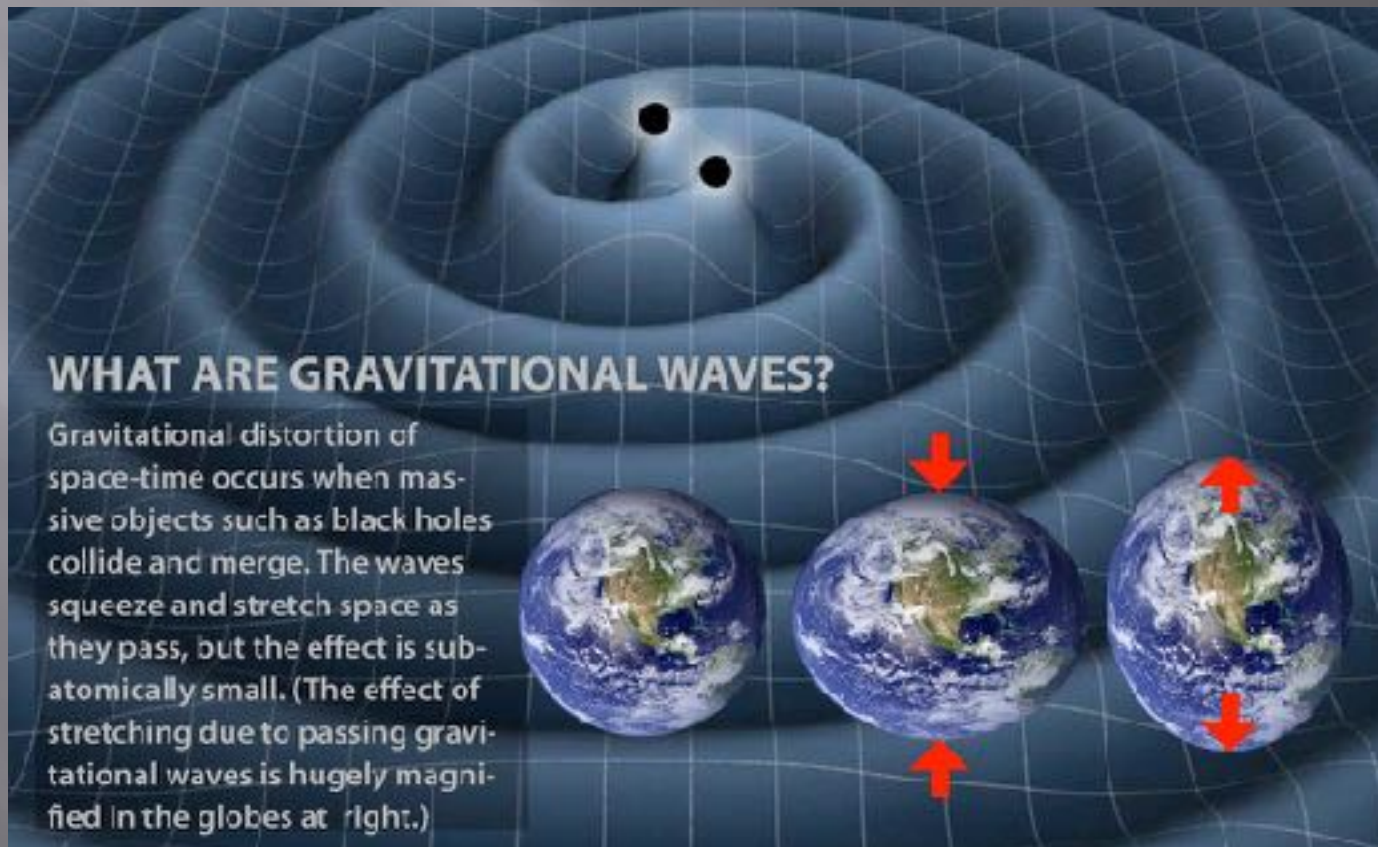
Nobel per la Fisica nel 1993

Dal 2003: PSR J0737-3039  
Due pulsar in un sistema  
binario (scoperta italiana!)



# Come si osservano le onde gravitazionali?

 Essenzialmente al passaggio di un'onda gravitazionale, la forma degli oggetti cambia, e questo cambiamento con determinate tecniche può essere misurato!



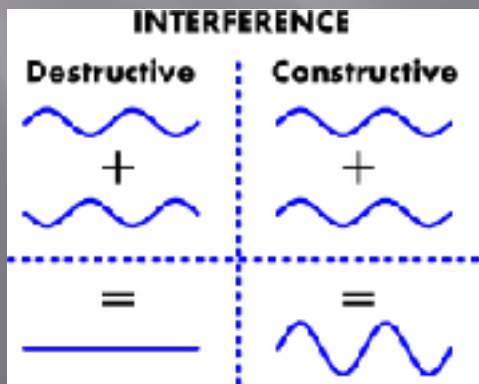
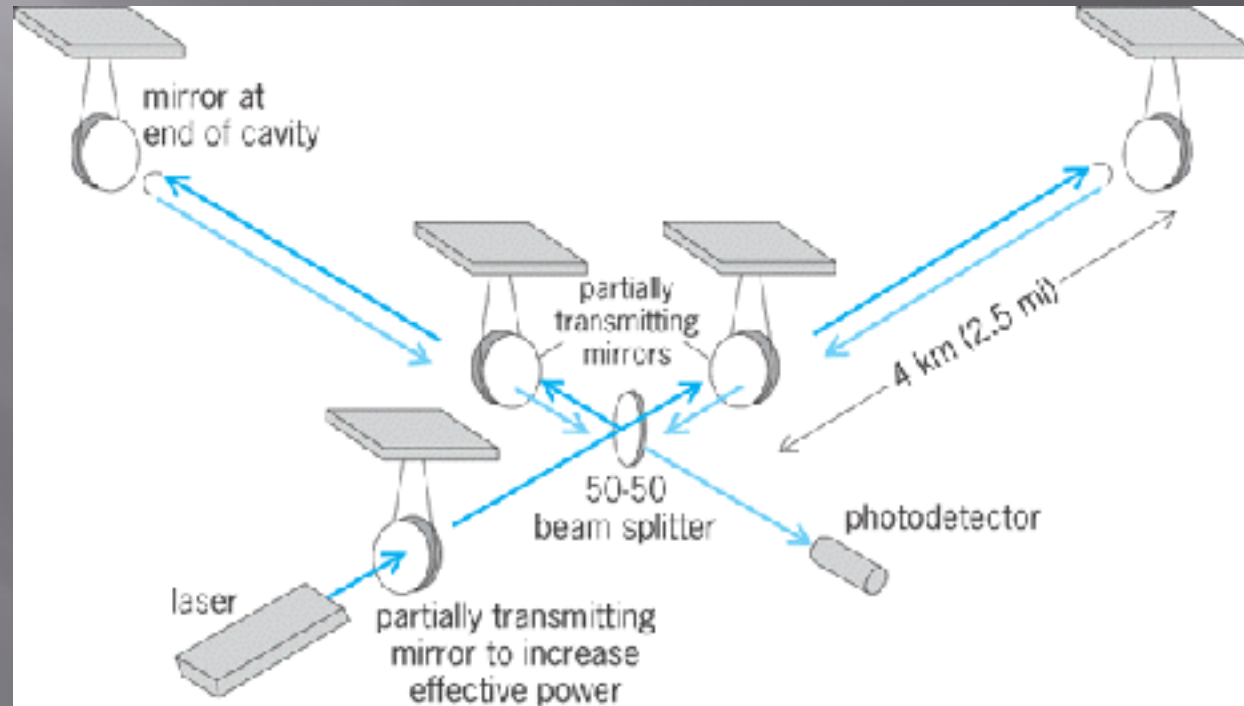
# Le antenne gravitazionali

- Misurano la deformazione causata dal passaggio dell'onda gravitazionale
- Negli anni '60 Il lavoro pionieristico di Weber si basò sui rivelatori a barre
- In seguito si sono sviluppati interferometri laser sulla Terra e progettati anche rivelatori nello spazio.



Gli esperimenti più importanti per la misura di onde gravitazionali si basano sulla stessa tecnica di misura:

Si tratta in sostanza di un grande interferometro, con bracci di 3 km, in grado di misurare vibrazioni nello spazio tempo minime.



*FRANCE - CNRS*

- ESPCI – Paris
- IPN – Lyon
- LAL – Orsay
- LAPP – Annecy
- OCA – Nice

*ITALY - INFN*

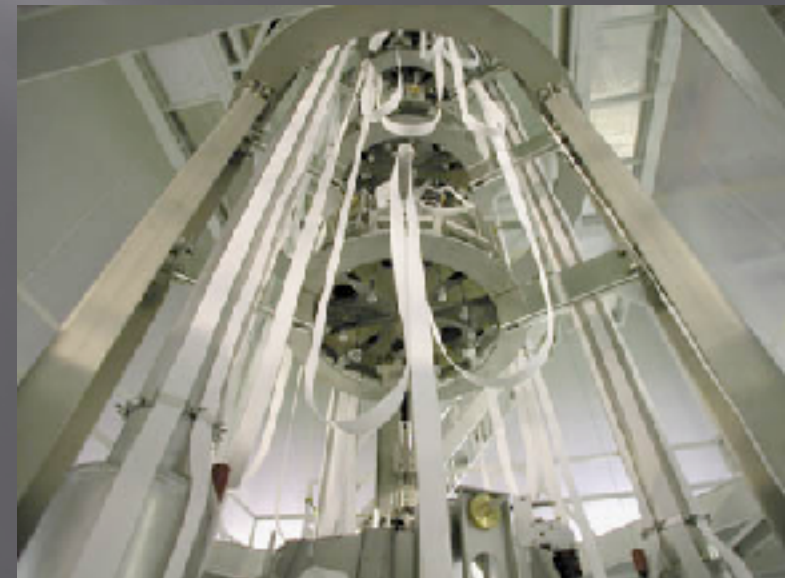
- Firenze-Urbino
- Frascati
- Napoli
- Perugia
- Pisa
- Roma

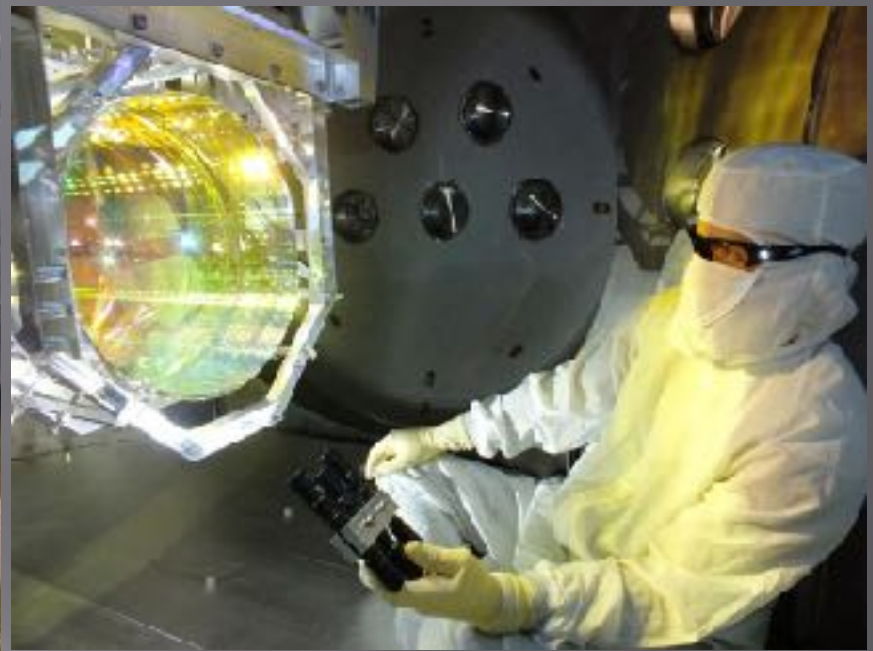
Una visione di VIRGO dall'alto, vicino a Pisa, e di LIGO in Louisiana.





Uno dei problemi è quello di separare le vibrazioni sismiche o di altra fonte da quelle gravitazionali.

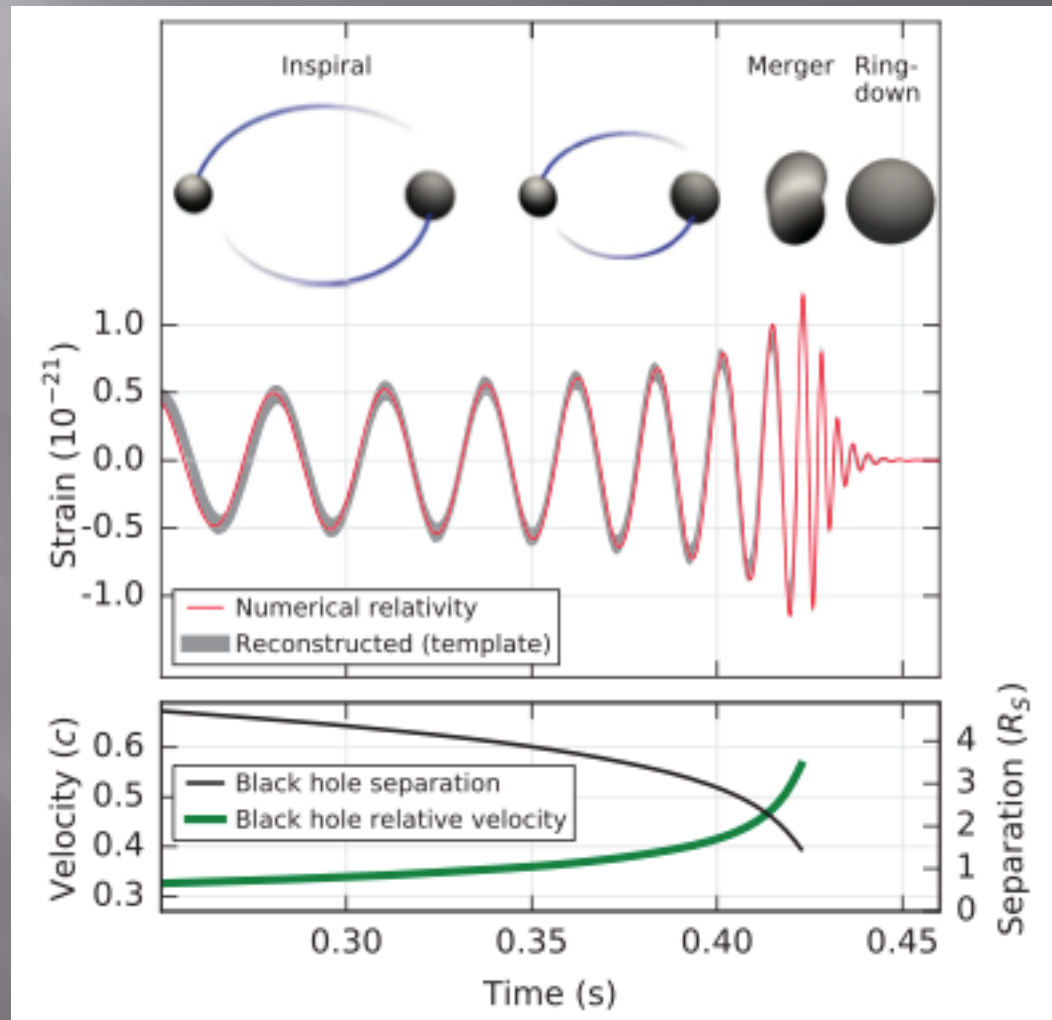




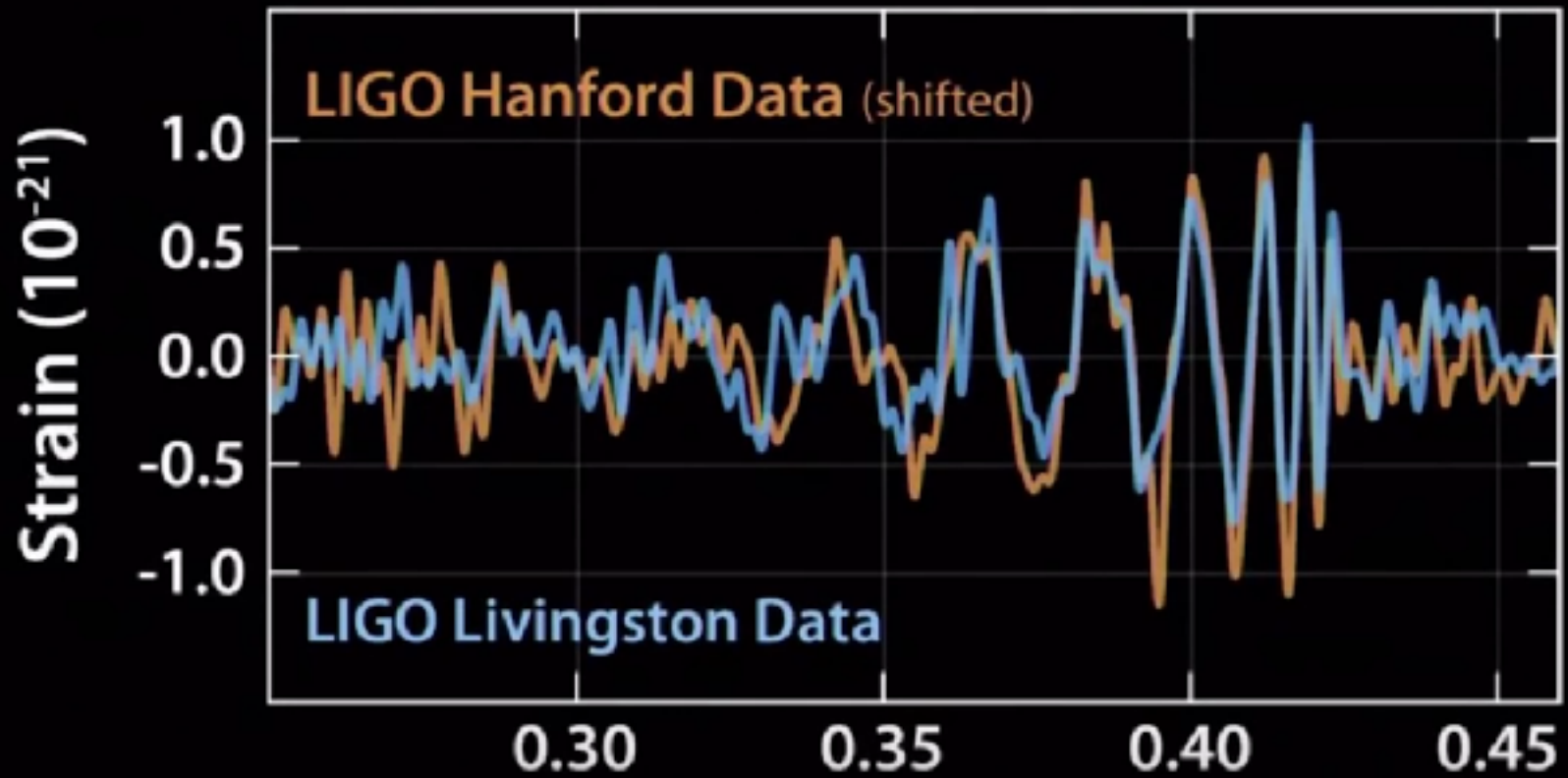
Si tratta in ogni caso di strutture imponenti ed affascinanti.



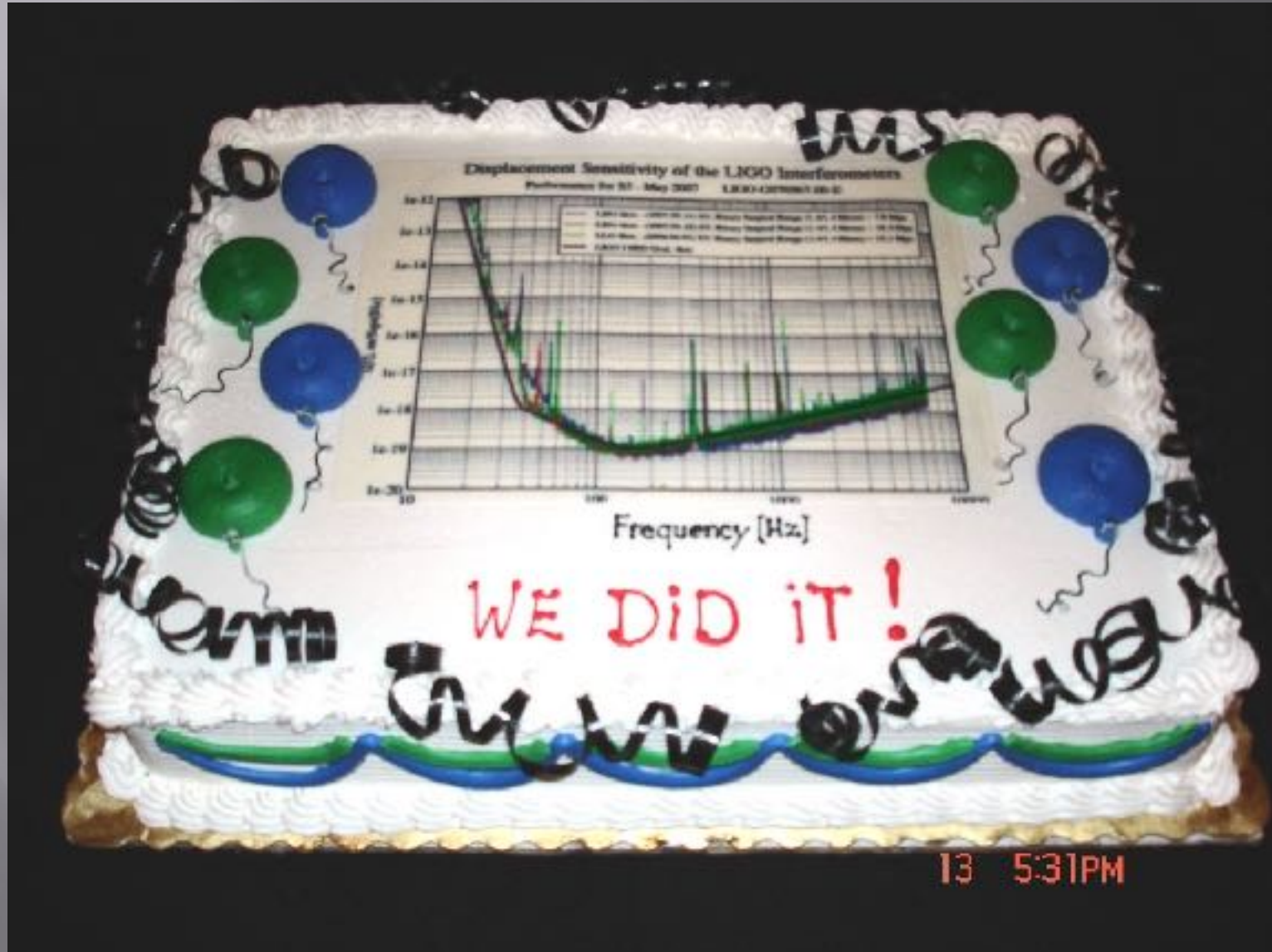
# Cosa ci aspetta di vedere?



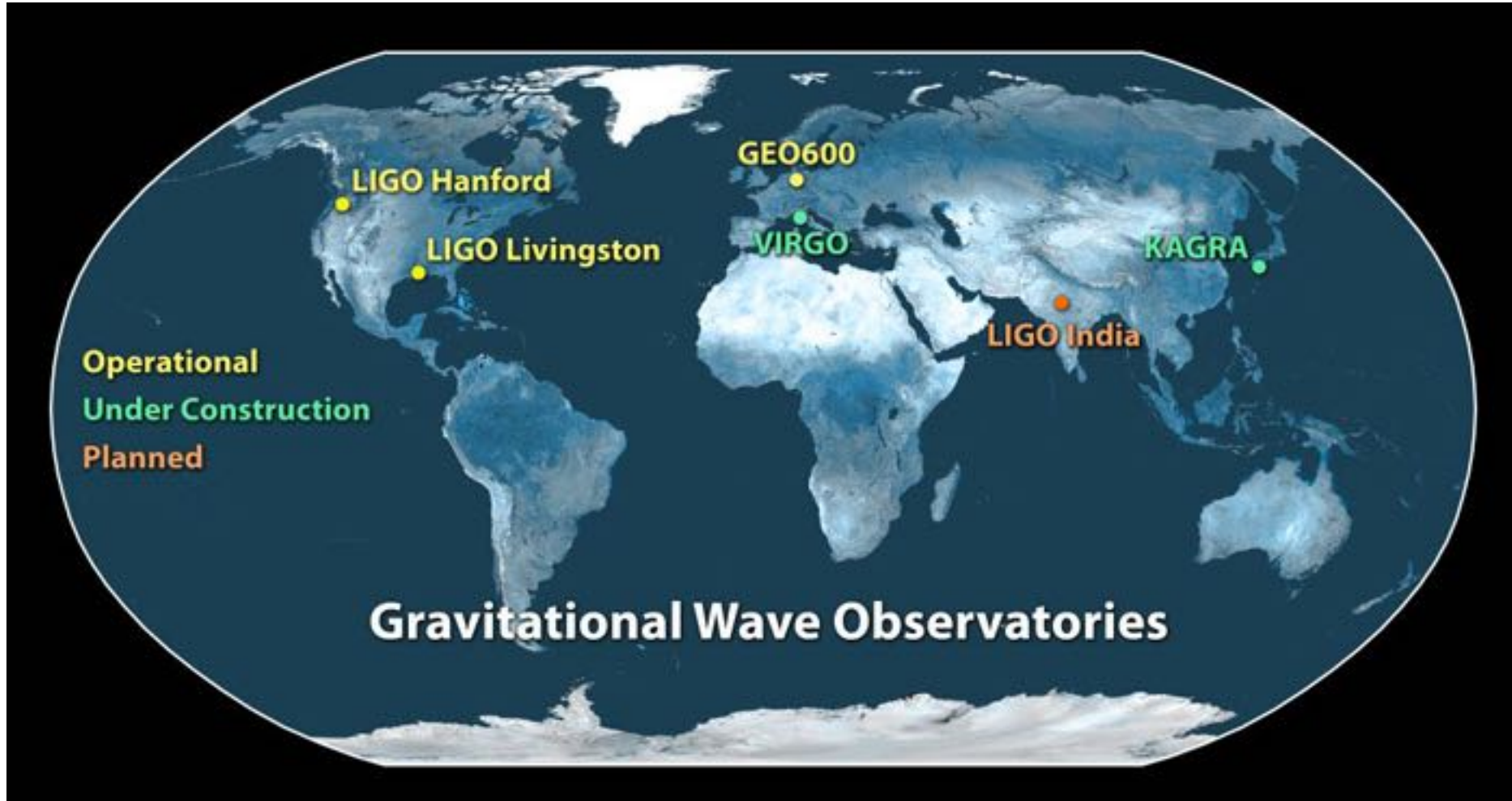
14- Settembre 2015!!!



# Una scommessa vinta



# Posizione dei rivelatori di onde gravitazionali



# SI APRE UN NUOVO MODO DI FARE SCIENZA: la multi-messenger Astronomy

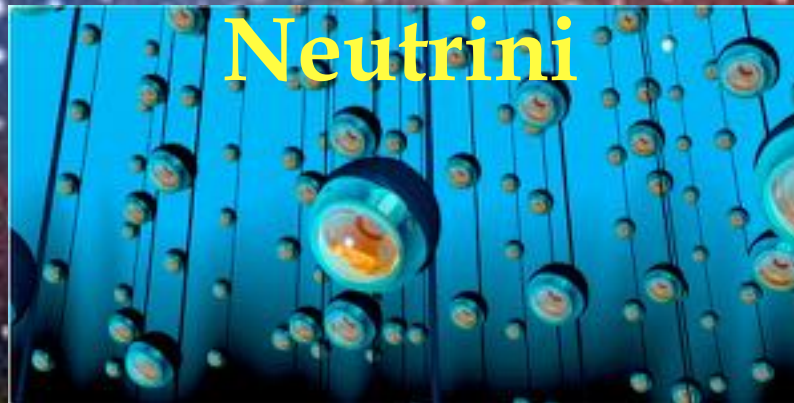
Onde Gravitazionali



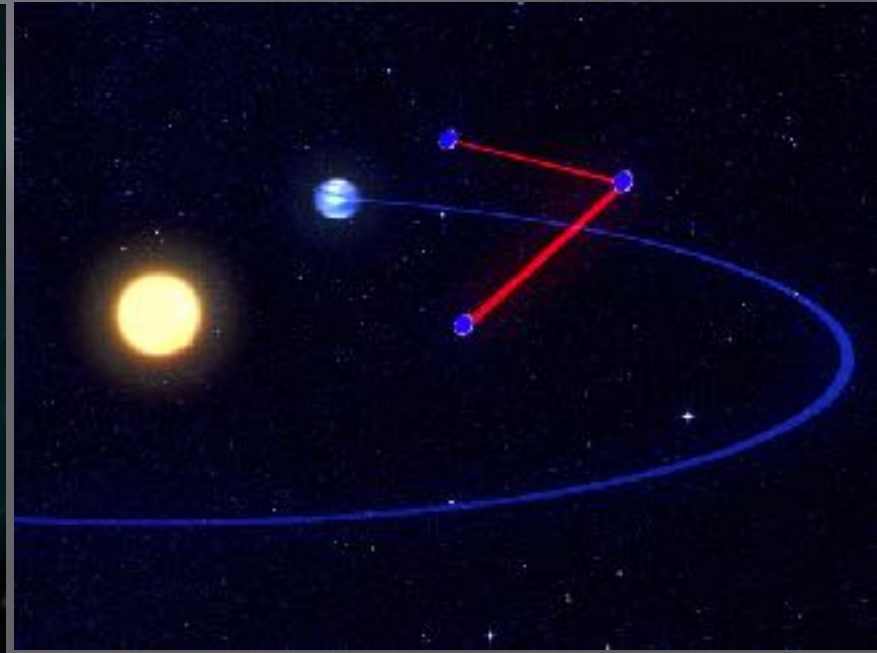
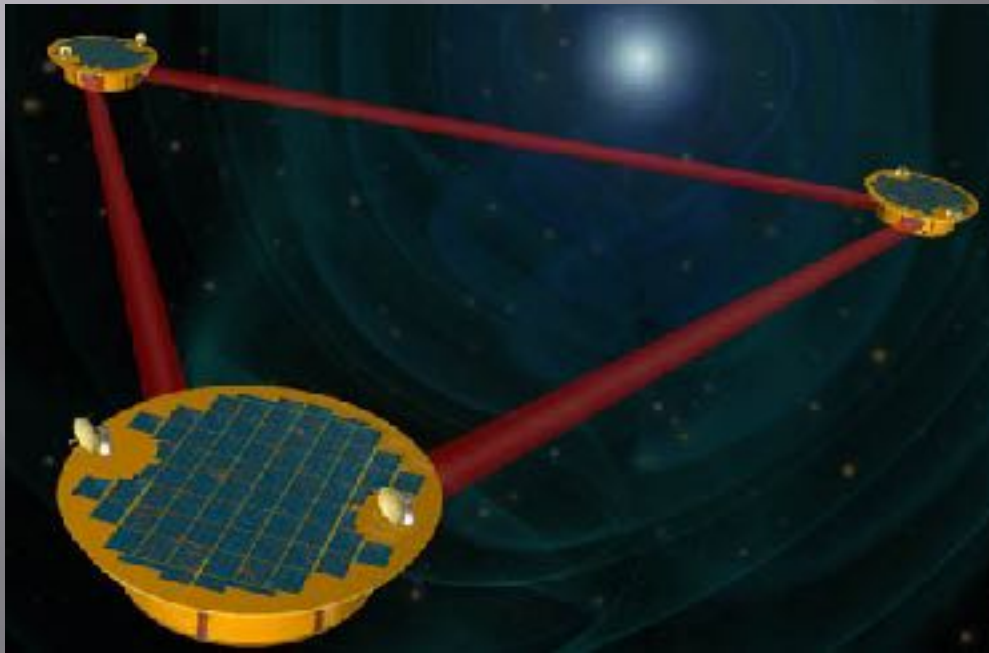
Fotoni



Neutrini



Ci sono anche progetti, molto avanzati, per la rilevazione di onde gravitazionali dallo spazio, come il progetto LISA:



Perché è una scoperta importante? Con ironia!



La Mite Scienza: <http://mitescienza.blogspot.it>

Blog di divulgazione e cultura scientifica

[stefano.covino@brera.inaf.it](mailto:stefano.covino@brera.inaf.it)





# Le onde gravitazionali in un fumetto!



[PHDCOMICS.COM/TV](http://PHDCOMICS.COM/TV)

# La teoria della relatività!



# Il servizio di INAF TV!

